

# **Imeas-hiomakoneen tuotantotehokkuuden parantaminen**

Marko Lax

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2020  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

|  |                                     |                                    |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Tekijä(t)<br>Lax, Marko  | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä<br>Tammikuu 2020        |
|  | Sivumäärä<br>40                     | Julkaisun kieli<br>Suomi           |
|  |                                     | Verkkojulkaisulupa<br>myönnetty: x |
| Työn nimi<br><b>Imeas-hiomakoneen tuotantotehokkuuden parantaminen</b>   |                                     |                                    |
| Tutkinto-ohjelma<br>Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma   |                                     |                                    |
| Työn ohjaaja(t)<br>Veli-Matti Häkkinen   |                                     |                                    |
| Toimeksiantaja(t)<br>Metsä Wood  |                                     |                                    |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Metsä Woodin Suolahden havuvaneritehdas on vuodesta 1995 alkaen toiminut tuotantolaitos, joka keskittyy havuvanerin valmistamiseen ja sen jatkojalostamiseen. Tehtaalla on vankka asema kotimaisen- ja ulkomaisen vanerintarpeen täyttämässä. Opinnäytetyön tavoitteena oli keksiä keinoja lisätä tehtaan toisen hiomakoneen tehokasta työaikaa häiriöitä vähentämällä sekä lisätä hiottavien levyjen määrää, jolloin toisella hiomakoneella olisi tarve hioa vähemmän.</p> <p>Opinnäytetyöhön kuuluivat häiriösyiden ja määrien kartoitus, automaation ja menettelytapojen parannusehdotukset sekä mekaniikan muutosehdotukset.</p> <p>Parannus- ja muutosehdotuksia lähdettiin tutkimaan opettelemalla käyttämään konetta sekä työskentelemällä siinä kolme kuukautta.</p> <p>Tuloksena löydettiin 13 kappaletta mekaniikan sekä 14 kappaletta automaation parannusehdotusta. Osa ehdotuksista toteutettiin ja osa voidaan toteuttaa myöhemmin isompien korjausten tai muutostöiden ohella. Suurimmat toteutetut muutokset olivat pinkkausaseman uudistaminen sekä konenäköjärjestelmän asentaminen ja käyttöönotto. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää Metsä-konsernin muidenkin hiomakoneiden tuotantotehokkuuden nostamiseen. Opinnäytetyö antaa työkaluja tutkia aihepiiriä syvemmälle työhön käytettävissä olleen ajan rajallisuuden vuoksi.</p> <p>Raportin sisällössä käsitellään ensin yritystä konsernitasolla, sitten toimialatasolla. Näiden jälkeen esitellään vanerinvalmistusprosessi, hiomakoneen toiminta ja sen ongelmakohtat. Mekaniikan ja automaation parannusehdotuksista on omat erilliset lukunsa, joissa ratkaistaan ongelmakohtiksi asetettuja asioita.</p> |                                     |                                    |
| Avainsanat (asiasanat)<br>vaneri, havuvaneri, hiomakone, teollisuus, puutuoteteollisuus, tuotanto, tehokkuus   |                                     |                                    |
| Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)  |                                     |                                    |

|  |  |                                      |
|--|--|--------------------------------------|
| Author(s)<br>Lax, Marko  | Type of publication<br>Bachelor's thesis | Date<br>January 2020                 |
|  |  | Language of publication:<br>Finnish  |
|  | Number of pages<br>40                    | Permission for web<br>publication: x |
| Title of publication<br><b>Improving the production efficiency of the Imeas sanding machine</b>  |  |                                      |
| Degree programme<br>Electrical and Automation Engineering  |  |                                      |
| Supervisor(s)<br>Häkkinen Veli-Matti   |  |                                      |
| Assigned by<br>Metsä Wood  |  |                                      |
| <p><b>Abstract</b></p> <p>Metsä Wood's Suolahti Spruce Plywood Mill has been operating since 1995 and is focused on the manufacture and further processing of spruce plywood. The mill has a strong position in meeting domestic and foreign plywood needs. The aim of this thesis was to find ways to increase the effective working time of one grinding machine by reducing interference and to increase the number of sanded panels so that the other sanding machine would need less usage.</p> <p>The thesis included the mapping of disturbance causes and quantities, suggestions for improvement in automation and procedures, and suggestions for modifications in mechanics.</p> <p>Suggestions for improvement and modification began by studying the machine and working on it for three months.</p> <p>As a result, 13 mechanics and 14 automation improvement suggestions were found. Some of the proposals were implemented and some can be implemented later with major repairs or modifications. The major changes were the upgrading of the piling station and the installation and commissioning of the machine vision system. This thesis can be used to increase the production efficiency of other grinding machines owned and used by Metsä Group. Due to the limited time available here, this thesis also provides tools to explore the topic deeper in the future.</p> <p>The content of the report deals first with the company at the group level, then at the industry level. These are followed by a presentation of the plywood manufacturing process, the operation of the grinder and its problems. There are separate chapters on suggestions for improvement in mechanics and automation that address the identified issues.</p> |  |                                      |
| Keywords/tags (subjects)<br>plywood, spruce plywood, sanding machine, industry, wood industry, production, efficiency  |  |                                      |
| Miscellaneous (Confidential information)   |  |                                      |

# Sisältö

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Johdanto aiheeseen.....</b>                | <b>3</b>  |
| 1.1      | Metsä Wood .....                              | 3         |
| 1.2      | Suolahden vaneritehtaat .....                 | 4         |
| 1.3      | Havuvanerin valmistaminen .....               | 4         |
| 1.4      | Hiomakoneen toiminta .....                    | 5         |
| 1.5      | Opinnäytetyön tavoitteet ja työn sisältö..... | 5         |
| 1.6      | Tiedonhankinta prosessista .....              | 6         |
| 1.7      | Hiomakoneen ongelmakohdat .....               | 7         |
| <b>2</b> | <b>Mekaniikan parannusehdotukset.....</b>     | <b>8</b>  |
| 2.1      | Syöttökuljettimiston muokkaaminen .....       | 8         |
| 2.2      | Syöttöaseman vastekuljettimen vaste .....     | 10        |
| 2.3      | Kaksoissyöttöhäiriö.....                      | 11        |
| 2.4      | Syöttökuljettimiston risteysasema .....       | 12        |
| 2.5      | Syöttölaitteen kita .....                     | 14        |
| 2.6      | Hiomapäiden 1-6 puhdistaminen .....           | 15        |
| 2.7      | Hiomanauhojen keskittämiskennot .....         | 18        |
| 2.8      | Hiomakoneen alapuoliset puhdistusluukut.....  | 19        |
| 2.9      | 2-lokeron pinkkaushäiriö .....                | 20        |
| 2.10     | Lajittelun valaisin ja alapuolen peili .....  | 21        |
| 2.11     | Käppyrälevyt .....                            | 23        |
| 2.12     | 1-lokeron taputtelija .....                   | 25        |
| 2.13     | Pinkkausalueen paineilma .....                | 26        |
| <b>3</b> | <b>Automaation parannusehdotukset .....</b>   | <b>26</b> |
| 3.1      | Hiomanauhojen käynnistäminen .....            | 26        |
| 3.2      | Hionnan lajitteluerot .....                   | 27        |
| 3.3      | Leimatulostimen häiriöherkkyys .....          | 27        |
| 3.4      | 2-lokeron pinkan vaihto.....                  | 28        |
| 3.5      | 2-lokeron ruuhka .....                        | 28        |
| 3.6      | Viiksianturit.....                            | 29        |
| 3.7      | Pinkkauksen kamera .....                      | 29        |
| 3.8      | Hiomakoneen korkeuden automaattisäätö .....   | 30        |
| 3.9      | Levyjen paksuusmittaus .....                  | 31        |
| 3.10     | Pinkan vaihtumisen automatisointi .....       | 32        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.11     | Pinkkalaskuri .....                                   | 32        |
| 3.12     | Valvomonäytön epäjohtonmukaisuus .....                | 32        |
| 3.13     | Syöttölaitteen aika-asetukset .....                   | 33        |
| 3.14     | Syöttöhäiriö paksulla levyllä pinkan vaihtuessa ..... | 34        |
| <b>4</b> | <b>Toteutetut parannukset.....</b>                    | <b>34</b> |
|          | <b>Lähteet .....</b>                                  | <b>35</b> |
|          | <b>Liitteet.....</b>                                  | <b>37</b> |
|          | Liite 1 .....   | 37        |
|          | Liite 2 .....   | 37        |

## Kuviot

|  |    |
|--|----|
| Kuvio 1. Tunnusluvut.....                                | 3  |
| Kuvio 2. Imeas-hiontalinja.....                          | 6  |
| Kuvio 3. Vanha ja uusi syöttölaitteisto sivusta.....     | 9  |
| Kuvio 4. Syöttölaitteen vastekuljettimen vasteet.....    | 10 |
| Kuvio 5. Syöttölaitteen vaste.....                       | 11 |
| Kuvio 6. Syöttölaitteen kita ja paininpyörät.....        | 12 |
| Kuvio 7. Syöttökuljettimisto.....                        | 13 |
| Kuvio 8. Risteysaseman aiheuttama tuotantotappio.....    | 13 |
| Kuvio 9. Uusi kidan paikka.....                          | 15 |
| Kuvio 10. Hiomakoneen hiomapäät.....                     | 16 |
| Kuvio 11. Toisen hiomapään imuaukko.....                 | 17 |
| Kuvio 12. Hiomanauhan keskityskennot.....                | 18 |
| Kuvio 13. Imun puhdistusluukku.....                      | 19 |
| Kuvio 14. 2-lokeron pinkkausongelma.....                 | 20 |
| Kuvio 15. Lajittelun valaisin ja uudelleensijoitus.....  | 22 |
| Kuvio 16. Lajittelun alapeili.....                       | 23 |
| Kuvio 17. Lajittelun risteysaseman vasteongelma.....     | 24 |
| Kuvio 18. Pinkkauksen valvontakamera.....                | 29 |
| Kuvio 19. Pinkkauksen valvontakameran uusi sijoitus..... | 30 |
| Kuvio 20. Hiomapäiden virran seuranta.....               | 31 |
| Kuvio 21. Combi 2.4 pylväsdiagrammit.....                | 33 |
| Kuvio 22. Syöttölaitteen aika-asetuksien säätö.....      | 33 |

# 1 Johdanto aiheeseen

## 1.1 Metsä Wood

Metsäteollisuuskonserni Metsä Group toimii noin 30 maassa ja se muodostuu Metsä Woodista, Metsä Forestista ja Metsäliitto Osuuskunnasta sekä tytäryhtiöistä Metsä Boardista, Metsä Fibrestä sekä Metsä Tissuesta (Metsä Group yhtiö 2019).

Metsä Wood tuottaa puutuotteita teollisuus-, rakennus- ja jakeluasiakkaiden tarpeiksi tavoitteenaan olla asiakkaan paras kumppani.

Puun merkitys maailmassa uusiutuvana raaka-aineena kasvaa jatkuvasti.

Metsä Wood käyttää pohjoisten metsien kestävän kehityksen mukaisesti hoidettua puuraaka-ainetta, jonka alkuperä on aina jäljitettävissä. Tärkeimmät tuotteet vaneri ja Kerto® tuotetaan näiden metsien keskellä sijaitsevilla tuotantolaitoksissa, minkä vuoksi raaka-aineen saatavuuteen voidaan luottaa.



Kuvio 1. Tunnusluvut.

Liikevaihto vuonna 2018 oli 0,4 miljardia euroa ja yhtiö työllisti noin 1500 henkilöä vuoden lopussa (kuvio 1). Pääkonttori sijaitsee Espoon Tapiolassa.

Metsä Wood Metsä Groupin osana kattaa puun arvoketjun taimesta tuotteeksi asti. (Metsä Wood yritys 2019.)

## 1.2 Suolahden vaneritehtaat

Suolahden havu- ja koivuvaneritehtaat kuuluvat Metsä Wood -yhtiöön. Suolahden tehtaat perustettiin 1920, ja ovat vuosikymmenten aikana vaihtaneet nimeään moninaisten vaiheiden aikana nykyiseen, vuonna 2012 käyttöön otettuun Metsä Woodiin.

Metsä Wood käyttää Suolahdessa raaka-aineena suurimmaksi osaksi kotimaisia havu- ja koivutukkeja.

Yleisimpiä teollisen käytön kohteita koivuvanerilla ovat kuljetusvälineiteollisuudessa ajoneuvojen lattiat, perävaunut, kuorma-autot, linja-autot, pakettiautot, rautatievaunujen lattiat, alusten kannet sekä kuljetuslavat. Rakentamiset kohteina varastojen ja tehdashallien lattiat, lastauslaiturit, jalankulkusillat, laiturit, pysäköintitilat, varastohyllyt ja rakennustelineet. (Vanerit, vanerilevyt).

Yleisimpiä havuvanerituotteiden käyttökohteita ovat rakentamisessa lattiat, vesikatteen alustat, sisäkatot, seinät, ullakot, vajat, varastorakennukset, työmaakäyttö, alapohjat, tekniset sisätilat ja palosuojatut sisäverhoukset. (Havuvaneri).

## 1.3 Havuvanerin valmistaminen

Vanerin valmistaminen alkaa puun hankinnalla ja kuljetuksella tehtaallemme. Tehtaallemme tullessaan havutukit katkotaan ensimmäisenä tiettyihin mittoihin, jonka jälkeen ne siirtyvät hautomoaltaaseen hautumaan n. 50°C veteen vuorokaudeksi. Syy hautomiseen on puun pehmentäminen sorvausta varten. Sorvilla puuta pyöritetään päistään ja leikataan sorvin terällä normaalisti 3,2mm viiluksi (muuta vaihtoehtoja 2,6mm ja 3,5mm). Viilu leikataan sorvauslinjalla arkeiksi ja lajitellaan kosteuspitoisuuden mukaan, jonka jälkeen ne siirretään kuivauslinjalle, jossa viiluarkit kulkevat suuren uunin läpi haihduttaen kosteuden pois. Kuivauksen jälkeen viilut lajitellaan pintalaadun mukaan ja siirretään ladontalinjoille. Vajaat arkit viedään

saumauslinjoille väliviilutuotantoa varten. Ladonnoissa viilujen väliin tulee liimaa ja ne asetetaan päällekkäin syysuunnat kohtisuoraan toisiinsa nähden, jolloin vaneriin saadaan kestävyyttä. Latomisen jälkeen viiluista koostuvat vanerit siirtyvät puristimeen, jossa vanerille saadaan lopullinen kestävyys puristamalla levyjä tietyn ajan tietyllä paineella. Puristamisen jälkeen vanerit hiotaan, sahataan ja tarvittaessa pinnoitetaan asiakkaan tilaamalla tavalla. Perusominaisuuksiltaan vaneri eroaa puusta sen tiiveyden, iskunkestävyyden, lujuuden ja monikäyttöisyyden puolesta.

## 1.4 Hiomakoneen toiminta

Kehityksen kohteena oleva Imeas-merkkinen levyhiomakone on erillinen osa havuvaneritehtaan prosessia. Hiomakoneen tarkoituksena on hioa vanerin ylä- ja alapinnat ja lajitella hiotut vanerit pinnan laadun mukaan eri pinkkoihin.

Havuvanerilla on pääasiassa kolme myytävää pintalaatua, joihin ne lajitellaan. Paras laatu on II, toiseksi paras III ja huonoin, merkittävämpiä vikoja sisältävä laatu on kilovaneri. Joitain parempia erikoispintoja on myös, mutta hiomakoneella erotellaan näistäkin kolmea eri laatua.

Nykyisellään hiomakoneessa on kaksi eri lokeroa, joihin hiomakoneen operaattori voi lajitella levyt. Toiseen lokeroon saa puhdasta lajia ja toiseen pitää lajitella kahta eri laatua tilanteesta riippuen. Hiomakoneen toiminta perustuu merkittävästi trukin kuljettajien ripeyteen, koska hiomakonetta edeltävä ja sitä seuraava sisäinen logistiikka suoritetaan trukilla.

## 1.5 Opinnäytetyön tavoitteet ja työn sisältö

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on Imeas-hiontalinjan tehollisen työajan lisääminen häiriöitä vähentämällä. Toisena tavoitteena on koneella hiottavien levyjen määrän lisääminen, jolloin tehtaan toisella hiomakoneella hiottaisiin vähemmän.



Työhön kuuluu häiriöiden ja niiden syiden määrän kartoitus, joka pitää sisällään muiden muassa pinkanvaihdot, ruuhkatilanteet, säätölaitteiden jumiutumiset, siivoukset, sähkövirtojen enimmäisarvon ylittyminen. Työhön sisältyy myös automaation ja menettelytapojen parannusehdotukset sekä mekaniikan (levyjen syöttö, risteysasemat ja pinkkaaminen) muutosehdotukset. Edellä mainitut asiat toteutetaan yksityiskohtaisesti ja tarkasti kuvattuna ja suunniteltuna. Kuviossa 2 on työn kohde, Imeas-hiontalinja.



Kuvio 2. Imeas-hiontalinja.

## 1.6 Tiedonhankinta prosessista

Tiedonhankinta havuvanerin valmistamisprosessista on toteutettu omalla kymmenen vuoden työkokemuksella. Kyseisen osaproessin tiedonhankinta toteutettiin työskentelemällä kyseisellä työpisteellä noin kolme kuukautta itse, kyselemällä siinä työskenteleviltä muilta henkilöiltä toiminnasta sekä ongelmakohtista ja lukemalla Metsäteollisuus ry:n Vanerikäsikirjaa (2001).

## 1.7 Hiomakoneen ongelmakohdat

Hiomakoneen ongelmakohdat on jaettavissa kolmelle eri alueelle: syöttöön, hiomakoneeseen ja lajittelun- sekä pinkkauksen ongelmiin.

Hiomakoneen syöttölaitteiston ongelmakohtia ovat:

- Varastointikapasiteetin vähäisyys.
- Vanerilevyjen juuttuminen toisiinsa.
- Levyjen kääntyminen ja liikkeen estyminen vastekuljettimella ennen lajittelukuljettimelle siirtymistä.
- Hiomakoneen sisälle tulevien levyjen virtauksen epätasaisuus.
- Kidan tarkka säätäminen.

Hiomakoneen sisäisiä ongelmakohtia ovat:

- Imuaukkojen puhdistamistiheys.
- Edelliseen liittyvä hiomanauhan hajoamisriski.
- Hiomanauhojen keskittämiskennojen liikkuminen itsestään.
- Alapuolisten puhdistusluukkujen hidas avattavuus.
- Koneen käynnistämiseen liittyvät eroavaisuudet operaattorien välillä.
- Levyjen paksuusvaihtelun aiheuttama koneen korkeudensäätämistarve.
- Valvomonäytön epäjohtonmukaisuus.

Lajittelun- sekä pinkkauksen ongelmakohtia ovat:

- Levyjen jumittuminen ja kääntyminen linjastolla.
- Erilaiset ruuhkatilanteet lajittelussa ja pinkkauksessa.
- Linjaston toimintavarmuus.

- Lajittelun valaistus.
- Lajittelun alapeilin puhdistaminen.
- Lajittelun inhimillinen epätasaisuus.
- Leimaustulostimen häiriöherkkyys.
- Levyjen pinkkaushäiriöt.
- Sähkömoottorien ja hydraulikkakoneikon puhdistaminen.
- Hiottujen pinkkojen laskenta.

Edellä mainittujen ongelmien ratkaisu on jaettuna luvussa kaksi esiintyviin mekaniikan parannusehdotuksiin sekä luvussa kolme esiintyviin automaation parannusehdotuksiin. Luvussa neljä käsitellään toteutettuja muutoksia.

## 2 Mekaniikan parannusehdotukset

Tässä luvussa esitän parannusehdotukset linjaston etenemissuuntaan nähden, eli alkaen syötöstä ja päättyen pinkkaukseen.

### 2.1 Syöttökuljettimiston muokkaaminen

Siirtämällä syötettävä vaneripinkka suoraan hiomakoneen eteen, mahdollistaisi se levyjen suorasyötön koneeseen, jolloin levyt menisivät katkeamattomalla virralla koneeseen. Nykyisellään käytettävissä olevalle lattiapinta-alalle mahtuisi suurempi hiottavien levyjen puskurivarasto, joka parantaisi koneen käyntiaikaa, koska levyt eivät loppuisi hiomakoneelta yhtä nopeasti kuin nykyisin. Syöttökuljettimisto on rakennettu nykyisen kaltaiseksi levyjen paksuusmittauksen mahdollistamiseksi ennen hiomakoneen sisälle siirtymistä (paksuusmittaus tapahtuu yhdestä pisteestä levyn siirtyessä syöttöpinkasta risteysasemalle) mahdollistaen hiomakoneen operaattorin



Valokenno4:n ollessa tilassa 0 ja valokenno3:n tilassa 1 ajetaan rullasto3:a kunnes valokenno4:n tilaksi vaihtuu 1 ja rullasto2:ta kunnes valokenno3 tilaksi vaihtuu 0. Mikäli valokennojen tilat eivät muutu, rullastoja ajetaan vain ennalta määrätty aika rullaston nopeus huomioiden, jolloin rullastot eivät pyöri tyhjänä esimerkiksi roskan ollessa valokennon päällä.

## 2.2 Syöttöaseman vastekuljettimen vaste

Hiottavan vanerilevyn siirtyessä syöttöpinkasta levyjen vastekuljettimelle sitä ajetaan hetki ylösnoussutta vastetta vasten (katso kuvio 4, ylösnousseet vasteet rajattu punaisella), jotta levy oikenee linjaan nähden, jonka jälkeen vaste laskee takaisin alas.



Kuvio 4. Syöttölaitteen vastekuljettimen vasteet.

Levyn ollessa leveyssuunnassaan kiero, kuperasti ylöspäin, saattaa sen pitkä sivu mennä vasteen alle jumiin. Toisaalta vasteen ollessa ala-asennossaan levyn alareuna osuu vasteen yläreunaan hieman, kääntäen levyn vinoon tai molempien vasteiden yläreunoihin osuessaan estää levyn liikkumisen. Vikatilanne ei poistu täysin pidentämällä vastetta alaspäin (tätä on aiemmin kokeiltu, vasteessa näkyy hitsatut metallilevynpalat, kuvio 5). Tarkempi tutkiskelu paljasti vasteen alareunan olevan nykyisellään 7mm etäisyydellä vastekuljettimen kantavista rakenteista (eli niitä voisi jatkaa 5mm alaspäin, mikä poistaisi vain toisen ongelmista). Vastetta nostavia paineilmasylintereitä pitäisi saada siirrettyä 10mm alemmaksi, mikä poistaisi suoraan toisen ongelmista (levyt eivät osuisi vasteen yläreunaan vasteen ollessa ala-asennossa). Vasteen siirrossa alaspäin pitää siirtää vastetta kannattelevaa metallilevynpalaa myös 10mm alaspäin, eli hitsata runkoon 10mm metallilevynpala, jonka alle tämä kannatteleva metallinpala. Sylinterin ollessa 10mm alempana,

vasteen ja rungon välisen etäisyyden ollessa nykyisellään 7mm ja haluttaessa sen olevan 2mm (vasteen alareuna laskee 5mm alaspäin, mikä poistaa jäljelle jääneen ongelman levyjen juuttumisesta vasteen alle), aiheuttaa vasteen lyhentämistarpeen alareunastaan 5mm. Edellä mainitulla ratkaisulla vaste jäisi 10mm alemmalle tasolle sekä vaste olisi alareunastaan 5mm alempana, jolloin molemmat edellä mainituista ongelmista poistuisivat.

Käytetyt paineilmasylinterit ovat mallia Festo DFM-50-100-P-A-GF. Näissä sylintereissä iskun pituus on 100 mm. (Festo Guided drives DFM/DFM-B).



Kuvio 5. Syöttölaitteen vaste.

## 2.3 Kaksoissyöttöhäiriö

Levyt ovat toisinaan syötön nostolavalta imukuppien nostaessa levyn pitkältä sivulta liimaantuneita toisiinsa, mikä aiheuttaa kaksoissyöttöhäiriön. Ongelma esiintyy usein ohuilla 12mm vanereilla. Näissä ongelman aiheuttaa pienet liimajämät ja alipaine levyjen välissä. Tämän ongelman saa poistettua pidentämällä syöttölaitteen ylhäällä oloaika, joka on hiomakoneen operaattorille avoin parametri. Kitatuilla paksummilla levyillä ongelman aiheuttaa kittausmassa, joka liimaa levyt toisiinsa sitä tiukemmin, mitä kauemmin massa ehtii kuivua. Tämä on yleensä huonompilaatuisten levypintojen ongelma, näihin kittausmassaa on levitetty paljon. Ongelman saisi poistettua kierrättämällä vaneriaihiovarastoa tiheämmin. Kitattujen levyjen ollessa varastossa yli kaksi vuorokautta alkavat ne olla liimaantuneita toisiinsa. Ongelma olisi



tältä osin mahdollista korjata sisäisen logistiikan suunnittelulla eli hioa kitatut vanerit kahden vuorokauden sisällä. Tämä vaatii kitattujen vaneripinkkojen aika-merkinnän henkilöstön toimesta merkkauksella. Ongelmaa saisi helpotettua myös suunnittelemalla syöttölaitteeseen lisälaite, jolla onnistuu levyjen irrottaminen toisistaan. Tämän voisi toteuttaa esimerkiksi niin, että syöttölaitteen tarttuessa imukupeilla levyyn ja ajaen sen kitaa vasten, operaattori voisi tarvittaessa käyttää kidan edessä olevia paineilmoimisia erotintappeja (edessä siksi, että levy pysähtyy etureunastaan aina samaan kohtaan, jolloin erottimien paikka olisi aina vakio). Syöttölaitteen kita ja paininpyörät kuvattuna kuviossa 6. Kaksi erotinta olisivat syöttölaitteen etureunassa, vasemmalla ja oikealla paininpyörien vieressä, 45° kulmassa suunnattuna alaviistoon. Operaattorin huomatessa liimaantuneet levyt, voisi hän ohjata PI-toimisia sylintereitä, joiden päissä erotintapit, irrottamaan liimaantuneet levyt toisistaan.



Kuvio 6. Syöttölaitteen kita ja paininpyörät.

## 2.4 Syöttökuljettimiston risteysasema

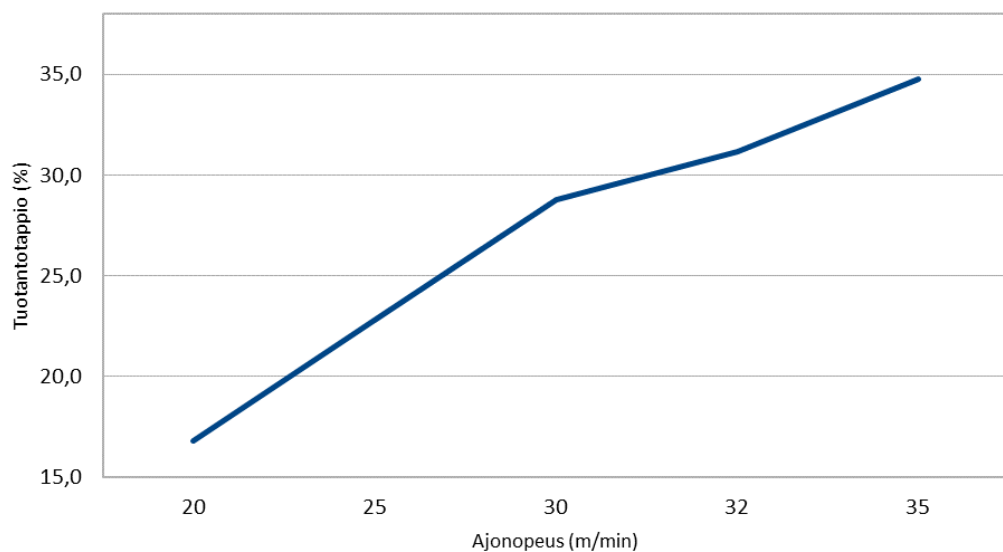
Syöttökuljettimistolle mahtuu kaksi vaneripinkkaa, jolloin vain yksi pinkka on puskurivarastona toisen ollessa ajossa. Paksumpia levyjä hiottaessa tämä aiheuttaa levypulan koneelle trukiin kuljettajan ollessa tauolla tai kiireinen, koska puskurivarasto on liian pieni.

Kuviossa 7 näkyvä syöttökuljettimiston risteysasema hidastaa syöttölaitteen toimintaa ja tekee siitä nopeasti kierroksiaan vaihtelevan. Levyn ollessa risteysasemalla joutuu seuraava levy odottamaan edellisen siirtymistä pois risteysaseman alueelta. Tämän jälkeen seuraava levy menee kovalla vauhdilla

risteysasemalle, jossa se oikaistaan ajamalla sitä vastetta vasten. Vasteen jälkeen levy lasketaan alas hiomakoneen syöttökuljettimelle, jonka nopeus on sama, kuin hiomakoneen ajonopeus. Tämä rajoittaa hiomakoneeseen syötettävien levyjen virtausnopeutta ja hiottavien levyjen määrää aikajaksolla (prosentuaalinen hiottujen levyjen määrän tuotantotappio suhteutettuna ajonopeuteen osoitettu kuviossa 8). Risteysaseman viiveeksi on 24.10.2019 mitattu 2,0 sekuntia, joka on havainnoitu toiminnasta kuvatun videoanalyysin perusteella. Liitteessä 1 näkyy laskentaan käytetyt kaavat ja arvot. Risteysaseman muokkaamista ja poistoa käsiteltiin luvussa 2.1.



Kuvio 7. Syöttökuljettimisto.



Kuvio 8. Risteysaseman aiheuttama tuotantotappio.



## 2.5 Syöttölaitteen kita

Syöttölaitteen kidan tehtävänä on estää liian paksujen levyjen siirtyminen risteysasemalle. Nykyisin kidan säätö toteutetaan kapealla käytävällä, jossa on vilkasta trukkiliikennettä. Kidan säätöveivi on sijoitettuna korkealle, jolloin tarkkaan säätöön vaaditaan a-tikkaat. Kita pitää säätää levynpaksuuden vaihtuessa silmämääräisesti mahdollisimman tarkasti. Kidan voisi siirtää aivan hiomakoneen eteen säätymään karkean pään säädön mukana (kuvio 9, merkitty punaisella nelikulmiolla), jolloin levynpaksuuden vaihtuessa kidan säätöön ei tarvitsisi koskea (hiomakone nousee ja laskee operaattorin asettamien arvojen kautta).

Havuvanerin nimellispaksuudet vaihtelevat pääosin kolmen millimetrin jaolla (vakioviilunpaksuus), mutta tietyissä erikoisrakenteissa vaihtelu on yksi millimetri (ohuemat tai hieman paksummat viilut). Hiomakone säädetään jokaiselle nimellispaksuudelle erikseen ja hiomakoneen mukaan säätävän kidan ensiasennussäätö voisi olla kaksi millimetriä hiomakoneen asetetta suurempi. Tämä poistaisi yhden työvaiheen hiomakoneen hoitajalta levyn paksuuden vaihtuessa. Ongelman aiheuttavat ylipaksut levyt, tällöin levyssä on yksi viilu liikaa (kolme millimetriä liian paksu levy). Yleensä tällaiset levyt johtuvat ladonta- tai tiedonkulkuvirheistä. Tiedonkulkuvirheen seurauksena yleensä kokonainen vaneripinkka on väärää paksuutta ja tämän mahdollisuuden saisi pois keskittymällä tarkkaavaisuuteen. Ladontavirheen ollessa kyseessä puhutaan yleensä yksittäisestä levystä. Tällainen levy aiheuttaa hiomakoneen sisään päästessään kohonneen hiomanauhan katkeamisriskin ja vähintään kyseisen levyn pilaantumiseen liikaa hiottuna (pinta menee puhki). Kidan uudelleensijoittamisella tai lisäämällä ehdotuksen mukaisen kidan hiomakoneen ja imulaatikon väliin saataisiin mekaanisesti estettyä liian paksujen levyjen joutuminen hiomakoneen sisälle.



Kuvio 9. Uusi kidan paikka.

## 2.6 Hiomapäiden 1-6 puhdistaminen

Hiomakoneessa on kuusi imuaukkoa (hiomapäät ja aukkojen numeroinnit kuviossa 10), jokaiselle hiomapäälle omansa.



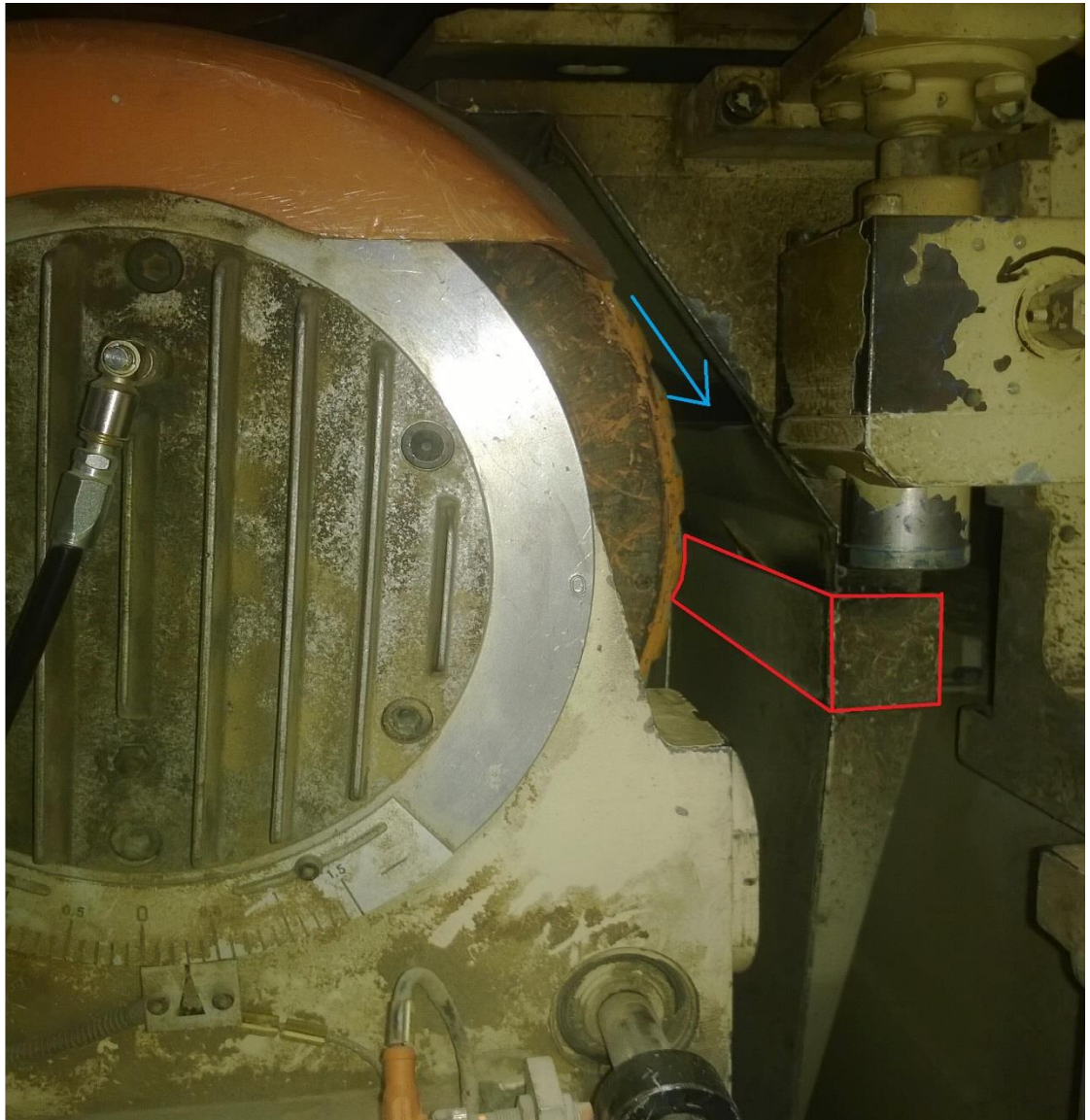
Kuvio 10. Hiomakoneen hiomapäät.

Imuaukot ovat lähes koneen levyisiä, jotta kaikki levyistä irtoava pöly ja irtoviilun kappaleet poistuisivat koneen sisältä. Imuaukot pitää puhdistaa sahaamattomien levyjen kohdalla noin kahden tunnin välein, koska niiden reunoista irtoavat viilunkappaleet jumiutuvat imuaukkoihin alkaen kerätä pölyä ja lisää viilunkappaleita niihin. Imun mennessä tukkoon levyistä irtoava pöly likaa koneen, häiritsee koneen sisällä olevien tunnistimien toimintaa, alkaa levitä koneen ulkopuolelle ja aiheuttaa suurena määränä lisääntyneen tulipaloriskin. Tehtaalla on pölyasema, johon hiomakoneiden pölyt kulkeutuvat.

Hiomapäiden imuaukot puhdistetaan työtä varten toteutetuilla metallisilla pitkävartisilla koukuilla, joita on muutama erilainen eri hiomapäitä varten.

Hiomapäässä 1 imuaukko on käyttöön nähden riittävän suuri ja harvoin tukkeutuva ja yläpuolisena imuaukkona kerää vähemmän viiluroskaa kuin alapuoleinen. Hiomapään 2 imuaukkoa voisi hieman suurentaa ja muotoilla uudestaan. Koneen ensimmäisenä alapuoleisena imuaukkona se kerää eniten viiluroskaa ja tämä imuaukko tukkeutuu kaikista helpoiten (tästä myöhemmin kappaleessa). Hiomapäissä 3-6 imuaukot ovat samankokoisia, kuin 1-2. Näistä imuaukot 4 ja 6 ovat alapuoleisina myös helposti tukkeutuvia ja vaikeasti puhdistettavia. Ahtaista raoista viilunkappaleiden poistaminen on hidasta ja työssä on pieni riski rikkoa hiomanauha osumalla metallikoukulla siihen. Hiomapäiden 2-6 imuaukkoja on mekaanisesti mahdollista suurentaa, mutta työ on suuri saavutettuun hyötyyn nähden.

Hiomakoneen imuaukko on erillinen, irrotettava osa imuputkistoa. Imuputkisto ennen imuaukkoa supistuu tasaisesti  $477\text{cm}^2$ :sta ( $159\text{cm} \times 3\text{cm}$ ) noin  $57\text{cm}^2$ :a aina 20cm matkalta kohti varsinaista poistoputkistoa. Itse irrotettava imuaukko on tällä hetkellä virtaustilavuudeltaan muuttumaton. Sitä olisi mahdollista muokata paremmin virtaavaksi huomioiden muun putkiston lineaarinen laajeneminen kohti imuaukkoa (imuaukko ja putkiston lineaarinen laajeneminen näkyy kuviossa 11).



Kuvio 11. Toisen hiomapään imuaukko.

Imuaukko kiinnittyy imuputkiston punaisella rajattuun holkkiin ja muokkaustarve rajoittuisi yläpuolella olevan imuaukon etureunaan. Imuaukon syvyys holkin yläpuolella on noin 10cm, joten lineaarisen laajenemisen vaatimus olisi alle 2mm  $\{[477\text{cm}^2 + (57\text{cm}^2 : 2)] : 159\text{cm} = 3,18\text{cm}\}$ . Imuaukon leveyden laajeneminen olisi tällöin



alle 6%. Ajattelen käytännön kautta näin pienen leveyden muokkauksen olevan käytännössä hyödytön. Imuaukon virtausta olisi helppo parantaa siinä olevan terävän kulman pyöristämällä (kulma näkyy kuviossa 37). Imuaukon virtaussuunta merkitty sinisellä nuolella kuvioon 37.

## 2.7 Hiomanauhojen keskittämiskennot

Hiomanauhat ovat leveydeltään 165cm ja ne liikkuvat hiomateloissa sivusuunnassa laidasta laitaan kahden valokennoparin välissä. Jokaiselle kuudelle hiomanauhalle on omat valokennonsa. Ne on yhdistetty toisiinsa kiinteästi ja tämän paketin asemaa voi muuttaa koneen etupuolen ovet avaamalla ja säätöpulttia pyörittämällä. Nauhaan suhteutettuna kennoparien sisemmät kennot ohjaavat nauhan keskitystä ja uloimmat kennot katkaisevat nauhan pyörimisen, jotta se ei ajaudu pois telan päältä. Kuviossa 12 on hiomanauhan keskityskennojen säätöpultti rajattu punaisella.



Kuvio 12. Hiomanauhan keskityskennot.

Säätöpulttia ei ole lukittu lainkaan, joten ajan myötä se pääsee pyörimään itsestään. Tarpeeksi pyörittyään valokennot keskittävät hiomanauhan telan reunalle, mikä lisää hiomanauhan katkeamisen mahdollisuutta. Tästä aiheutuu ylimääräisiä hiomanauhakustannuksia ja 15-60 minuutin käyttökato hiontaan, koska hiomanauhan riekaleet jäävät ahtaisiin väleihin tiukasti jumiin lähes joka kerralla.

Valokennopakettin säädön saisi lukittua asentamalla säätökierteeseen sisäpuolelle mutterit, jotka säädön jälkeen saisi kiristettyä kierteen läpivientiä vasten ja säätö ei pääsisi muuttumaan itsestään. Kennoparien sisempiä kennoja voisi harkita myös siirrettäväksi sisemmäksi, koska nauhat pysähtyvät reunaan ajautumisen vuoksi melko usein.

## 2.8 Hiomakoneen alapuoliset puhdistusluukut

Hiomakoneen alla on jokaiselle kolmelle alapuoliselle imulle oma puhdistusluukkunsa, josta saa otettua syvemmälle imuun juuttuneet viilunkappaleet pois. Kuviossa 13 näkyy neljännen hiomapään imun puhdistusluukku.



Kuvio 13. Imun puhdistusluukku.

Puhdistusluukut pitää avata ja imuputket puhdistaa tätä kautta vähintään joka toinen työpäivä, eli kolme kertaa viikossa. Yhdessä puhdistusluukussa on kaksi M8-kiinnityspulttia, eli avattavaa on yhteensä kuusi pulttia. Pultin kierteellä on pituutta 25mm eli vajaat 17 kierrosta ja sen avaaminen kestää ripeästi 15 sekuntia, kaikkien kolmen alapuolisen imun puhdistusluukkujen pulttien avaamiseen kuluu noin 1,5 minuuttia ja kiristämiseen saman verran, yhteensä 3 minuuttia.

Pulteissa on liian pitkät kierteet, kun vastakappaleessakin on kierrettä vain 10 mm, seitsemän kierrosta. Mikäli jokaista pulttia lyhentäisi 15 mm, avaamiseen kuluisi aikaa yhden pultin osalta 6 sekuntia eli pulttien pyörittelyyn kuluisi yhteensä 36 sekuntia ja aikaa säästyisi näin 54 sekuntia. Hyvä ratkaisu olisi laittaa luukkuihin tukevat salvat ja

ohjuritapit varmistamaan, ettei luukku liiku väärään asentoon. Imujen ollessa päällä, luukut pysyvät tiukasti kiinni, vaikka pultit puuttuisivatkin.

## 2.9 2-lokeron pinkkaushäiriö

Purkupään 2-lokerossa levy menee toisinaan liian pitkälle, jolloin pinkasta tulee epätasainen, esimerkkitilanne kuviossa 14.



Kuvio 14. 2-lokeron pinkkausongelma.

Syynä tällaiseen on pinkan korkeustunnistimen (valokenno ja peili) eteen joutunut viiluroska tai hieman vinossa tuleva levy, joka lokeroon tippuessaan jää osittain kiinni lokerolle tuovaan kuljettimeen tai rakenteisiin. Tällöin lokeron hissi laskee niin kauan alaspäin, kunnes levy on tipahtanut lokeroon korkeustunnistimen edestä, nostolavan jäädessä tähän asemaan. Pinkan korkeuden tunnistamiseen käytetään Omron E3S-CR66 peiliheijastavaa valokennoa. Nykyisellään peili on asennettu lokeron pitkälle sivulle levyn tulopuolelle oikealle ja valokenno vastakkaiselle pitkälle sivulle vasempaan kulmaan, eli tunnistaa levyn pintaa vinottain.

Pitkän sivun vasteita alaspäin pidentämällä saisi ongelman esiintymisen vähenemään. Vasteet ovat pinkkaa taputtavissa paineilmasylintereissä kiinni neljällä pultilla, kaksi pulttia kahdessa rivissä. Niitä saisi laskettua tekemällä kaksi uutta reikää

vastelappujen yläreunaan, jolloin aiempia yläkiinnitysreikiä käytettäisiin uusina alakiinnitysreikinä.

Toinen ongelmaa vähentävä ratkaisu olisi valokennon siirtäminen eri paikkaan.

Nykyään valokenno katsoo levyn pehmeän reunan läpi. Ladonnassa viilut asetetaan kahta vastetta vasten, jotka ovat keskenään suorassa kulmassa. Kova reuna on vasteen puoleinen reuna ja pehmeäksi reunaksi sanotaan vastakkaista puolta (viiluarkkien pienistä keskinäisistä eroavaisuuksista johtuen pehmeän reunan rakenne ei ole tasainen vaan joidenkin viilujen alle jää tyhjää tilaa). Pehmeissä reunoissa kulkeutuu usein viilun suikaleita, jotka pystyvät noustessaan aiheuttavat edellä mainitun tunnistushäiriön. Valokennon siirtämällä tunnistamaan levyn kovasta reunasta kovaan reunaan, vähentäisi häiriöitä merkittävästi. Em. ratkaisussa valokennon nykyinen sijainti olisi hyvä (kova reuna), mutta heijastuspeili pitäisi siirtää tulosuunnasta katsoen oikeaan reunaan (kova reuna) ja kääntää valokennoa vastaamaan peilin uutta sijoitusta.

## 2.10 Lajittelun valaisin ja alapuolen peili

Hiomakoneen lajittelukopin katolla oleva halogeenivalaisin valaisee hiomakoneen sisältä tulevien levyjen yläpinnat, jotta linjan operaattori näkee mahdolliset pinta- ja reunaviat. Valaisin (kuvio 15) on sijoitettu katolla etureunan taakse, joten se kuumentaa kopin katolla olevaa pölyä, mikä aiheuttaa kasvaneen paloriskin sekä estää levyn koko pinnan olemisen valokeilassa. Levyn lähempään pitkään sivuun ei valo osoita lainkaan.





Kuvio 15. Lajittelun valaisin ja uudelleensijoitus.

Sijoittamalla valaisimen pois lajittelukopin katolta kopin vasemman etukulman yli tuetun kannattimen päälle saataisiin koko levy näkymään paremmin ja paloriskiä laskettua (esimerkkisijoitus näkyy kuviossa 15). Tällä sijoittelulla saataisiin lisättyä lajittelun tarkkuutta sekä nopeutta, koska valaisimen etäisyys tarkkailtavaan kohteeseen pysyisi samana. Valaisimen valokeilan edessä ei kuitenkaan tällöin olisi varjoa kohteeseen aiheuttavaa estettä, kuten nykyisin.

Lajittelun alapeilin (kuvio 16) avulla on tarkoitus nähdä vanerin alapinnan laatu. Alapinnan laadulle ei ole niin tarkkoja kriteereitä, kuin yläpinnalle, koska alapinta asennetaan lähes kaikissa käyttökohteissa rakenteita vasten näkymättömiin. Alapeilin päälle tulee aina hiottaessa hiomakoneen sisältä hieman hiontapölyä sekä sahaamattomien levyjen mukana viilun kappaleita. Näiden poistamiseksi alapeiliä puhdistetaan tarvittaessa sähkömoottorilla toimivalla peilipuhdistusharjalla. Harja on kiinni kelmassa, jonka molemmissa päissä on ohjainrullat etu- sekä takapuolella. Kelkan kummallakin puolella on ketjut ja hammasrattaat. Lajittelun alapeilin puhdistus ei yleensä toimi, syynä herkästi laukeava lämpörele. Ongelman aiheuttajana on viilun kappaleet ja paksu kerros pölyä ketjurattaiden hampaissa sekä

liukukiskoilla ja -rullilla. Likaisilla kiskoilla liikkeessaan kelkka jumiutuu herkästi toiselta puoleltaan toisen liikkeessa ja tämä aiheuttaa ketjujen toispuoleisen hyppäämisen hammasrattailtaan, jolloin kelkka asettuu vinoon peilin päällä ja sen liikuttamiseen tarvittava voima ylikuormittaa sähkömoottorin laukaisten lämpösuojan eikä peilin puhdistus tällöin toimi. Lämpöreleen kuittaaminen auttaa tilanteeseen vain hetkellisesti, koska kelkka on tällöin jo vinossa.

Ratkaisu: ketjun suojaaminen yläpuolelta suojapellillä tai vastaavalla sekä peilin kiskojen ja rullien säännöllinen puhdistaminen.

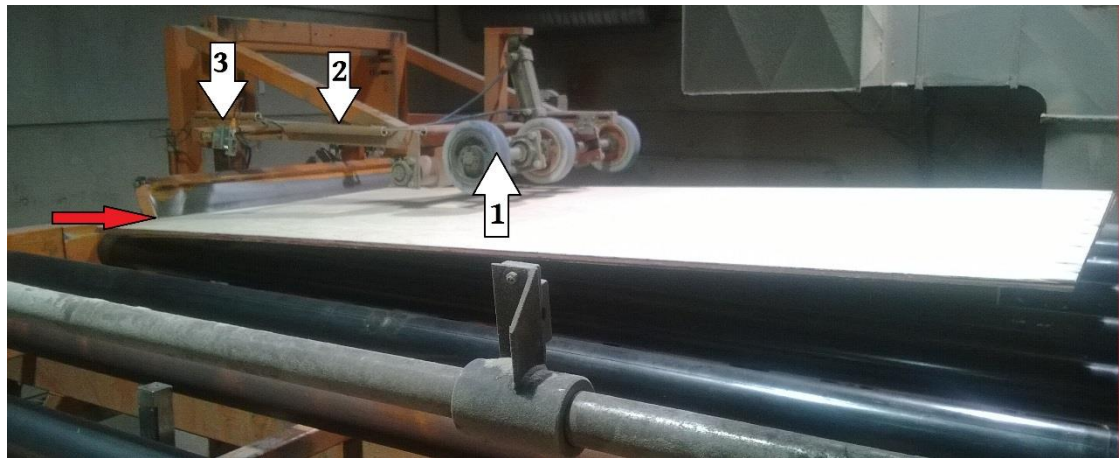


Kuvio 16. Lajittelun alapeili.

## 2.11 Käppyrälevyt

Levyn siirtyessä vastaanottokuljettimelta lajittelukuljettimelle se aktivoi valokennon numero 1 (kuvio 17), joka laskee paininpyörät alas. Paininpyörät siirtävät levyn kohti vastetta. Käppyrälevyn tullessa risteysasemalle levyn etureuna saattaa mennä

vasteen alle jumiin (kuviossa 11 levy on mennyt vasteen alle jumiin, vaste osoitettu punaisella nuolella).



Kuvio 17. Lajittelun risteysaseman vasteongelma.

Vaste on yläreunastaan saranoitu jousitoiminen ja se kääntyy levyn osuessa siihen. Aiemmin logiikka oli ohjelmoitu niin, että kääntyminen aktivoi kytkimen toiminnan risteysaseman liukujen alaslaskun ja paininpyörien ylösnousemisen hetkeksi, jolloin levy pääsi jatkamaan hiomakoneen vastaanottokuljettimelta lajittelukuljettimelle. Alaslaskun kytkin on poistettu vasteesta ja korvattu vasteen eteen sijoitetulla valokennolla, joka on merkitty kuvioon 11 numerolla 2. Kuviossa 11 näkyvän valokennon numero 3 aktivoituminen käynnistää logiikassa ajastimen, jonka kulumisen jälkeen asettaa risteysaseman jälleen vastaanottovalmiuteen (liu'ut yläasentoon). Risteysaseman toimintaongelmia aiheuttaa myös sahaamattomien vanerilevyjen mukana tulevat löysästi levyssä kiinni olevat ja herkästi irtoavat viiluroskat, jotka sekoittavat valokennojen normaalia toimintajärjestystä. Ongelmiin on muutama parannusehdotus:

- Vasteen muuttaminen kiinteäksi ja pidentäminen alaspäin, jotta allejumiutuminen ei ole mahdollista.
- Risteysaseman noston lisääminen (ei järkevää sen vaatimien isojen rakennemuutosten vuoksi).
- Risteysaseman liukujen pidentäminen vasteeseen asti, jolloin jumittuminen vasteen alle on mahdotonta.

- Valokennojen kahdentaminen valokennopareiksi levyn etenemissuuntaan nähden poikittaisella samalla linjalla kuin nykyisin. Tällä voidaan vähentää yksittäisen roskan aiheuttamaa toimintahäiriön mahdollisuutta.

Viimeisimpään kohtaan liittyen logiikka ohjelmoitaisiin niin, että valokennoparista kummankin pitää aktivoitua tietyn toiminnan aikaansaamiseksi. Valokennoparin ollessa eri tiloissa (aktiivinen ja passiivinen) se aiheuttaisi roskahälytyksen operaattorille, mutta antaisi linjaston silti toimia normaalisti, jotta operaattori saa ajettua hiomakoneen tyhjäksi hallitusti.

## 2.12 1-lokeron taputtelija

1-lokeron taputtelija ei tasaa lyhyiden (240cm) levyjen pinkkoja tasaisesti päätyvastetta vasten. Normaalit 244cm pitkät levyt pinkkaantuvat tasaisesti. Taputtelijan paineilmajohdesylinterinä on Festo DFM-50-400-B-P-A-GF, jossa iskunpituus on 40cm ja männän halkaisija 50mm. (Festo Guided drives DFM/DFM-B). Taputtelijan etäisyys päätyvasteesta on 277,2cm, joten männän liike on 37,2cm lyhyillä levyillä. Teoriassa tämä riittää, mutta sylinterissä ei ole riittävästi voimaa männän ollessa lähes täysin ulkona sylinteristä. Sylinteri toimii 1-10bar ilmanpaineilla ja työntövoima on ilmoitettu 6bar paineella olevan 1178N. Seuraavan kokoluokan sylinterin, männän halkaisijalla 63mm, työntövoimaksi samalla ilmanpaineella on ilmoitettu 1870N eli yli 1,5 kertaa voimakkaampi. Feston valikoimissa ei ole pidempiä männän iskunpituuksia, joten vikaa korjaamatta nykyisillä resursseilla yksi vaihtoehto on siirtää sylinteriä 4cm lähemmäs päätyvastetta irrotettavalla 4cm paksulla lisäosalla. Toisena vaihtoehtona on tutkia vuotaako ilman virtaustiet männän ollessa lähes ääriasennossa aiheuttaen työntövoiman puutteen, mitä ei pidemmillä levyillä esiinny. Voimakkaamman sylinterin asentaminen olisi tässä vaiheessa turha sijoitus.

## 2.13 Pinkkausalueen paineilma

Paineilmaliittimen ja -letkun sijoittaminen pinkkausalueelle parantaisi pinkkausalueen puhdistamista sähkömoottorien ja hydraulikkakoneikkojen osalta. Liittimen voisi sijoittaa 1-lokeron tukirakenteisiin. Paineilmaletku ylittää pinkkausalueelle hiomakoneen edestäkin, mutta sen joutuu pujottelemaan hankalaa reittiä pitkin. Pinkkausalueen siivousohjeissa ei ole erityismainintaa hydraulikkakoneikon, eikä sähkömoottorien puhdistusajankohdasta ja usein ne ovatkin todella likaiset. Alue siivotaan joka toinen päivä, joten ehdotan edellä mainittujen asioiden liittämistä siivousohjelmaan tulipaloriskinkin vuoksi. Pinkkausalueen oma paineilma helpottaisi asiaa verrattuna letkun kuljettamiseen kauempaa.

## 3 Automaation parannusehdotukset

### 3.1 Hiomanauhojen käynnistäminen

Hiomakone voidaan jakaa kahteen osaan, karkeaan ja hienoon hiomakoneeseen. Karkeaan hiomakoneeseen kuuluu hiomapäät yksi ja kaksi, joiden nauhan karkeudet ovat 40. Hienoon koneeseen kuuluu hiomapäät 3-6, joista 3-4 ovat karkeudeltaan 60 ja 5-6 karkeudeltaan 80. Kummassakin hiomakoneessa voidaan käynnistää vain yksi nauha kerrallaan eli yhtä aikaa esimerkiksi päät 3 ja 1, tämän jälkeen päät 4 ja 2 ja päät 5-6 lopuksi yksittäin. Hiomakoneen nauhojen käynnistäminen on hidasta. Kuusi hiomapäätä on keskitettävä ja käynnistettävä manuaalisesti In-Touch -käyttöliittymän kautta. Jokainen hioja käynnistää hiomakoneen hieman erilailla ja oikeiden valikoiden ja näppäimien löytäminen vuorotellen tuhlaa työaikaa verrattuna automaatiolla toteutettuun. Käyttäjä voi käynnistää vain yhtä nauhaa kerrallaan, kun koneiden käynnistysautomaatiikalla voisi käynnistää kumpaakin hiomakonetta yhtä aikaa.

### 3.2 Hionnan lajitteluerot

Hiomakoneella ajettavissa levyissä on vuoro- ja operaattorikohtaisia lajittelueroja, joten toteutunut laatulajittelu ei ole tasaista. Lajitteluerot muodostuvat ihmissilmien tarkkuuksien eroavaisuuksista ja pintavirheiden tulkintaeroista. Vuorotyön aiheuttama väsymys vaikuttaa myös tarkkaavaisuuteen, mikä välittyy suoraan lajittelutarkkuuteen. Lajitteluerot saisi poistettua sijoittamalla konenäön hiomakoneen purkupäähän suorittamaan levyjen pintojen lajittelu. Konenäöllä saisi myös nostettua koneen nopeutta, koska ihmissilmä ei ehdi lajitella levyjä nopeudesta noin 35 m/min kovempaa (tällä nopeudella tarkkuus jo hieman kärsii). Normaalisti kova ajonopeus on 32 m/min, mutta nykyisellä syöttölaitteella hyvin säädettyinä pääsee noin 40 m/min nopeuksiin, jonka jälkeen syöttölaite ei pysy mukana. Mittasin yleisimmän 18mm vanerin hionta-ajan per levy nopeuksilla 30 ja 38 m/min pinkattuina levyinä (Liite 2 18mm kapasiteettiajo). 30 m/min -nopeudella levykohtainen hionta-aika oli 6,60 sekuntia ja 38 m/min -nopeudella 5,99 sekuntia. Jälkimmäisellä nopeudella lajittelun tarkkuus kärsii.

### 3.3 Leimatulostimen häiriöherkkyys

Vanerilevyjen alapintaan tietoja leimaava tulostin sammuu ja menee häiriötilaan, mikäli levyn pitkällä sivulla takana, eli pehmeässä reunassa, tulee mukana levyssä kiinni oleva viilusuikale. Tulostimen malli on Hitachi RX-SD160W. Tulostimessa on sisäänmenona kohteen tunnistus, jolloin tulostus alkaa ja tulostuksen lopetus kohteen poistuessa alueelta. (Hitachi RX-SD160W).

Ajatustason ratkaisuna voisi toimia tulostimen kohteentunnistuksen herkkyyslaskeminen häiriöaikaa pidentämällä tulostimen asetuksista tai vähemmän häiriöherkän tulostimen hankinta.

### 3.4 2-lokeron pinkan vaihto

Pinkkausaseman 2-lokeron pinkan täyttyessä se alkaa laskemaan alaspäin purkurullastolle siirtymisen vuoksi. Tällöin syöttölaitteen syöttörullat lähtevät päälle liian aikaisin, mikäli lajitellaan 2-lokeroon. Tästä aiheutuu ruuhkatilanne hiomakoneen jälkeiselle vastaanottokuljettimelle, mikäli 2-lokeron ollessa ala-asennossa siihen lajitellaan levyjä. Vastaanottokuljettimet pysähtyvät mutta hiomakoneen sisällä olevat levyt tulevat vastaanottokuljettimella olevan levyn päälle aiheuttaen ruuhkatilanteen. Tämä vaatii käyttäjältä käyntiä risteysasemalla ja päällekkäin olevien levyjen keskinäistä erottelemista. Ongelma poistuisi, mikäli ohjelmoitava logiikka seuraisi kuljettimien täyttöastetta pinkkanvaihtohetkellä (logiikka tietää levyjen määrän, mitkä ovat ”matkalla” syötön risteysasemalta pinkkausasemalle). Syöttörullat käynnistyisi (hiomakoneen senhetkinen syöttönopeus huomioiden), kun logiikan laskema matka-aika syötön risteysasemalta 2-lokeroon on yhtä kuin 2-lokeron nousemiseen vastaanottovalmiuteen kuluva aika. Tällöin ruuhkatilannetta ei pääse syntymään. Syöttörullien pysäyttäminen käyttäjän toimesta ruuhkatilanteen välttämiseksi aiheuttaa levyn pintaan hiontakuoipan, koska hiomakoneen nauhat jäävät pyörimään.

### 3.5 2-lokeron ruuhka

Tilanteessa, jossa pinkkauksen 2-lokeron purkurullastolla on pinkka odottamassa poistamista ja ajossaolevan pinkan täyttyessä ja laskiessa alas, päästää hiomakone levyjä tulemaan. Tämä voi aiheuttaa ruuhkatilanteen hiomakoneen jälkeiselle vastaanottokuljettimelle pinkkausaseman ollessa täynnä.

Edellä mainittu tilanne on estetty 1-lokeron osalta pysäyttämällä hiomakoneen syöttörullat, mikäli purkurullasto ja täyttöhissi ovat täynnä. Ruuhkatilanne 2-lokeron osalta saataisiin estettyä kopioimalla 1-lokeron toimintamalli.



### 3.6 Viiksianturit

Hiomakoneen purkupuolella on käytössä vielä muutamia viiksiantureita. Näiden toimivuutta ei käyttäjä itse pysty tarkistamaan, koska niissä ei ole toimivuutta osoittavaa merkkivaloa. Tällaisia viiksiantureita on käytössä:

- Purkurullaston 1-lokeron täyttöä osoittavana.
- Vastaanottokuljettimen lajitteluhetkeä osoittavana.
- 1-lokeroa ennen lokeron levymäärän laskurina.
- 2-lokeroa ennen lokeron levymäärän laskurina.

Viiksianturit voisi korvata valokennoilla, mikä parantaisi vian diagnosointia ja koneen toimintavarmuutta.

### 3.7 Pinkkauksen kamera

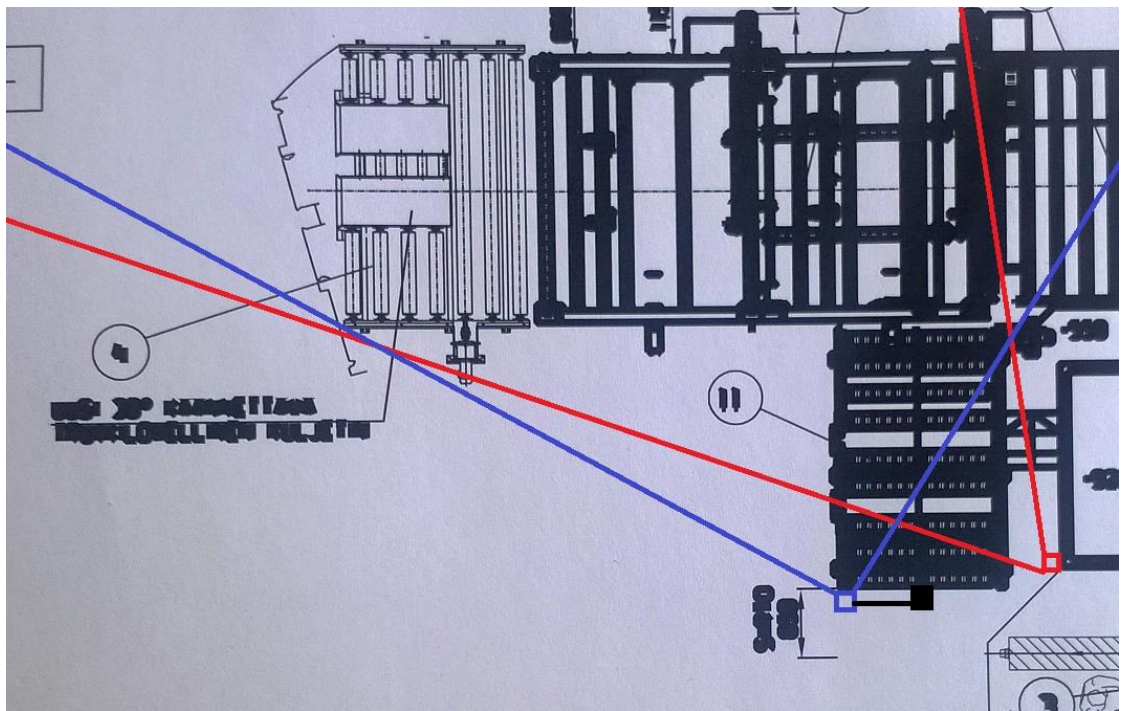
Pinkkauksen valvontakamerasta ei näe kunnolla uudistettua 3-lokeroa, katso kuvio 18.



Kuvio 18. Pinkkauksen valvontakamera.



Kameran voisi siirtää kuvaussuunnassa vasemmalle päin (samalla kuvauskulman kääntäminen hieman enemmän oikealle näyttämään pinkkauslinjaa suorakulmaisemmin), jotta lokeron 3 saisi näkymään paremmin. Kamera on kiinnitetty hiomakoneen valvomon takaseinään ja sen voisi siirtää lokeron 1 purkurullaston vieressä olevaan tolppaan kiinni jatkovarrella. Kuviossa 19 on merkitty punaisella neliöllä kameran nykyinen sijoituspaikka ja peittävyysalue ja sinisellä kameran uuden sijoittamisen peittävyysalue.



Kuvio 19. Pinkkauksen valvontakameran uusi sijoitus.

### 3.8 Hiomakoneen korkeuden automaattisäätö

Hiomakoneen hiomapäiden pyöriessä vapaasti ilman kuormaa hiomapäät 1-5 ottavat virtaa 50-60A per hiomapää ja hiomapää 6 ottaa noin 40A (kuvio 20). Levyn tullessa hiomakoneeseen aiheuttaa se sitä isomman virranoton hiomapäihin, mitä paksumpi levy on. Hiomapäiden suositusvirranotot (levy hioutuu riittävästi ilman nopeuden laskua) ovat ensimmäiselle hiomapäälle 80-170A, toiselle 70A, kolmannelle 80A, neljännelle 55A, viidennelle 60A ja kuudennelle 45A. Hiomapäiden virtapiikkien

suositusrajojen ylittyessä syöttörullien (koneen) nopeus laskee automaattisesti, eli koneen nopeus laskee normaalia paksumpien levyaihioiden tullessa koneeseen. Tämä tapahtuu siksi, että hiomakoneen komponentit eivät ylläritu. Levyjen paksuuksissa on eroja johtuen sorvauksesta, kuivauksesta, puristamisesta (viilulikkaa puristimissa) ja ladonnasta (ylimääräinen tai ylimääräisiä viiluja levyissä). Nykytilanteessa hiomakoneen käyttäjän pitää säätää hiomapäitä toleranssien rajoissa manuaalisesti. Ehdotan hiomapäille asetettavia numeraalisia korkeusarvoja, maksimi ja minimi, eri levyn paksuuksille, jolloin levyt pysyvät toleranssien paksuisina ja kone voisi säätää itseään muutaman levyn otannan keskiarvolla löysemmälle tai tiukemmalle, jolloin koneelta tulisi vähemmän hiomattomia levyjä ja paksujen levyjen kohdalla koneen nopeus pysyisi nykyistä korkeampana. Levynpaksuuden normaali satunnaisvaihtelu on noin 0,3mm. Levykohtaista käsittelyä hiomakoneen säätöön ei kannata tehdä, ettei asiakkaalle myytävissä levyissä ole liian isoja keskinäisiä eroja. Keskiarvottamalla säädön siitä saataisiin rauhallisemmin toimiva eikä esimerkiksi lattiaan vierekkäin asennettavissa levyissä ole tuntuvaa porrastusta.



Kuvio 20. Hiomapäiden virran seuranta.

### 3.9 Levyjen paksuusmittaus

Nykyisen hiomakonetta ennen olevan laserpaksuusmittauksen voisi sijoittaa hionnan jälkeen, johon voisi asettaa minimi- ja maksimi-arvon eri levyn paksuuksille tallentamalla. Väärän paksuuden tullessa levy ohjautuisi ennalta-asetettuun kiloon tarkoitettuun lokeroon.

### 3.10 Pinkan vaihtumisen automatisointi

Pinkkauksen ajossa olevan pinkan täytyessä silloin, kun purkurullastolla on pinkka, ajossa oleva pinkka laskee alas. Se ei vaihdu automaattisesti vaikka trukki hakee purkurullastolla olevan pinkan. Hionnan operaattorin pitää ajaa nippu manuaalisesti purkurullastolle, jolloin hionta voi jatkua. Tämä saattaa aiheuttaa hetken ylimääräisen tauon riippuen operaattorin huomiokyvystä ja reagointinopeudesta. Ongelman saisi poistettua ohjelmoimalla pinkkariin automaattityhjennyksen purkurullastojen ollessa täynnä ja ajossa olevan nipun täytyessä, jolloin purkurullaston tyhjentyessä ajossa oleva nippu siirtyy tyhjälle purkurullastolle ja ajo jatkuu automaattisesti.

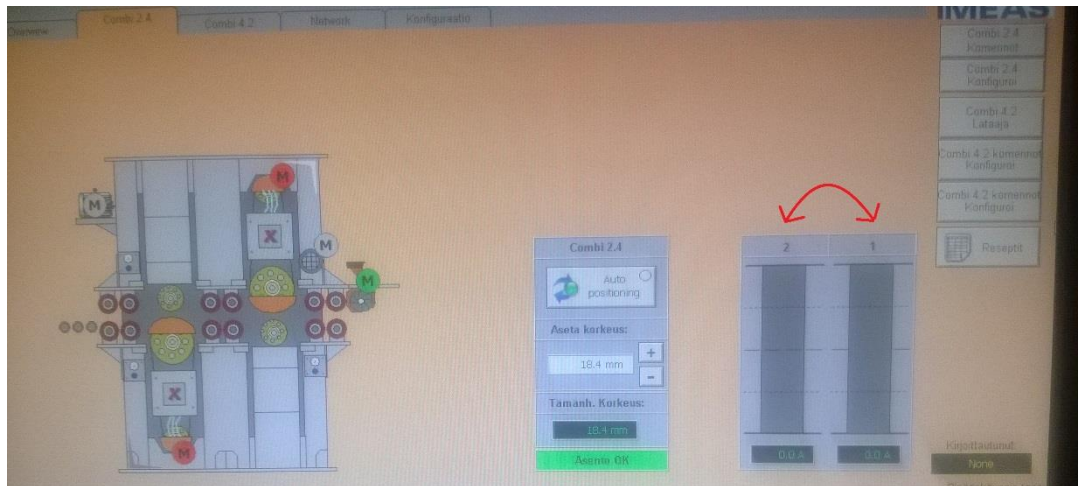
### 3.11 Pinkkalaskuri

Hiottujen pinkkojen määrä lasketaan nykyään tarvittaessa käsin erikoistilauksissa, mitkä eivät mene suoraan pakkaukseen. Se voi aiheuttaa inhimillisen virheen erityisesti aikana, jolloin käyttäjän virkeystila ei ole hyvä (vuorotyö). Hionnan lajitteluun voisi laittaa valmistuneita pinkkoja osoittavan laskurin, joka laskisi valmistuneet pinkat täyttöhissin alhaallaoloanturin toiminnan jälkeisestä purkurullaston täyttymistä osoittavan anturin perusteella, jonka tilan on oltava 0 ennen vaihtumista tilaan 1.

Kyseiseen laskuriin voisi asettaa maksimiarvon, jonka täytyessä ohjelmoitava logiikka pysäyttää hallitusti levyjen hiomisen. Laskurin voisi yhdistää lajittelukopissa olevaan pieneen kosketusnäyttöön.

### 3.12 Valvomonäytön epäjohdonmukaisuus

Lajittelussa olevan valvomonäytön Combi 2.4 -välilehdellä oikealla sivulla 1- ja 2-päiden virtojen pylväsdigrammit on numeroitu väärinpäin, katso kuvio 21.

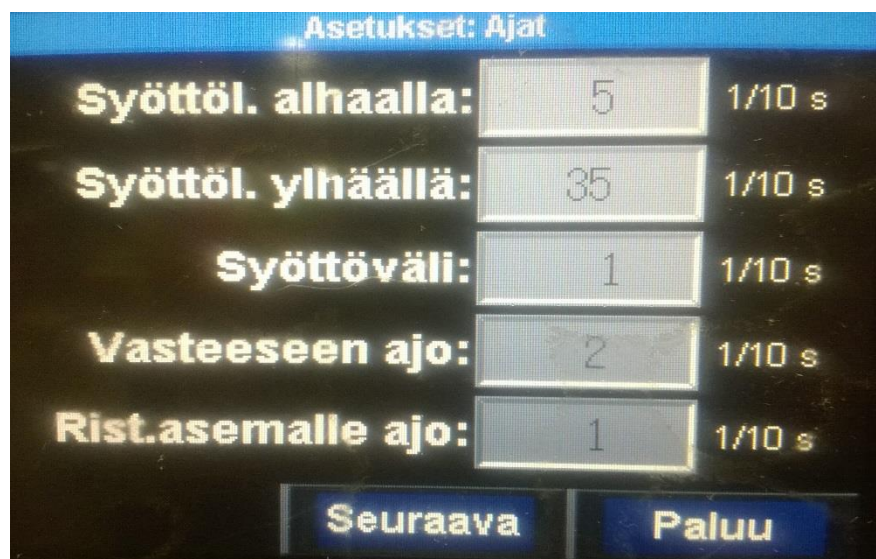


Kuvio 21. Combi 2.4 pylväsdiagrammit.

Numeroiden 1 ja 2 järjestys voidaan vaihtaa ohjelmoinnilla.

### 3.13 Syöttölaitteen aika-asetukset

Käyttäjä voi säätää syöttölaitteen alhaalla- ja ylhäälläoloaikaa, syöttöväliaikaa, vasteeseenajoaika ja risteysasemalleajoaika, katso kuvio 22. Näitä arvoja voidaan säätää 0,1 sekunnin tarkkuudella ja ovat logiikan ohjaukseen käytettyjä parametrejä.



Kuvio 22. Syöttölaitteen aika-asetuksien säätö.

Syöttölaite alhaalla -ajan ollessa 2/10s, syöttölaitteen imukupit eivät käy alhaalla asti eli syöttölaite ei todellisuudessa ole alarajallaan hetkeäkään. Ajalla 3/10s syöttölaite käy levyn pinnassa, mutta imukupit eivät tarraudu kunnolla levyyn (ottaa joskus toispuoleisesti kiinni, jolloin levy tulee vinossa syöttöön). Syöttölaite alhaalla ajan nolla-arvoksi voisi säätää nykyiseen verraten 3/10s, niin tämä ei johda käyttäjiä harhaan.

### 3.14 Syöttöhäiriö paksulla levyllä pinkan vaihtuessa

Syöttölaitteen paksuusanturin hälyttäessä paksua levyä, ajossa olevan pinkan vaihtuessa tämän jälkeen ja hissin noustessa takaisin ylös pinkan vaihtumisen merkiksi lähtee paksu levy hiomakoneen sisälle (risteysasema laskee alas ja syöttörullat käynnistyvät hälytyksestä huolimatta). Tämä aiheuttaa tilanteen, jossa paksu levy pääsee hiomakoneen sisälle mahdollisesti katkaisten hiomakoneen nauhan. Katkenneen tai silppuuntuneen hiomanauhan poistaminen koneen sisältä aiheuttaa noin 15-30 minuutin tuotantotauon. Hiomalinjan logiikkaa pitäisi uudelleenohjelmoida niin, että paksuusanturin hälytys ei poistu pinkkausaseman palatessa vastaanottovalmiuteen pinkan vaihtumisen merkinä.

## 4 Toteutetut parannukset

Opinnäytetyön tekoaikana hiomakonetta edeltävään syöttölaitteistoon ei tehty lainkaan muutoksia.

Hiomakoneen sisälle tehdyt muutokset rajoittuivat hiomanauhojen keskittämiskennojen säädön lukituksen toteuttamiseen. Lukitus toteutettiin poraamalla ja kierteyttämällä reiät, joista saa pultilla lukittua säätökierteiden epäsäännöllisen pyörimisen.

Hiomakoneen jälkeisen risteysaseman toimintaa saatiin parannettua kääntämällä vanhaa, aiemmin jousitoimista, vastetta alareunastaan 1,5cm sisäänpäin. Tämä pienensi vasteen kulmaa, mikä vähensi levyjen kääntymis- sekä vasteen alle jumiutumisen -ongelmaa vasteeseen osuessaan. Logiikkaan toteutettiin myös muutos, joka paransi risteysaseman toimintaa mahdolliseen häiriötilaan jäätyään. Muutoksella toteutettiin risteysaseman palauttaminen vastaanottovalmiuteen uuden levyn tullessa risteysasemaa edeltävän lajittelukuljettimen viiksikytkimelle. Aiemmin logiikka ohjasi toimintaa risteysasemalla olevien valokennojen oikea-aikaisen aktivoitumisen kautta mikä saattoi häiriötilanteessa jättää risteysaseman väärään tilaan aiheuttaen seuraavan levyn saapuessa ruuhkatilanteen.

Pinkkausalueelle asennettiin myös paineilmaliitin, jolla valokennojen ja sähkömoottorien puhdistaminen onnistuu paremmin paineilmapistoolilla. Pinkkausta parannettiin myös tekemällä suuret muutokset pinkkausasemaan. Aiemman kahden lajittelulokeron sijaan pinkkausasemalle toteutettiin kolmas lajittelulokero, mikä mahdollistaa levyjen laatuluokitusten paremman (puhtaamman) talteenoton. Vanerien lajittelun inhimillisiä vaihtelueroja tasattiin asentamalla lajitteluun konenäköjärjestelmä, mikä mahdollisti tasaisen laatuja talteenoton yhdistettynä pinkkausaseman muutokseen. Konenäköjärjestelmällä saadaan myös seurattua levyjen pintavikojen määrää ja paikallistettua vikojen aiheuttajia hiomakonetta edeltävistä osaprosesseista. Opinnäytettä kirjoittaessa konenäköjärjestelmän käyttöönotto on vielä kesken, mutta kalliina hankintana odotukset sen suhteen ovat isot.

## Lähteet

Festo Guided drives DFM/DFM-B N.d. Viitattu 20.11.2019

[http://www.festo.com/cat/en-us\\_us/data/doc\\_enus/PDF/US/DFM\\_ENUS.PDF](http://www.festo.com/cat/en-us_us/data/doc_enus/PDF/US/DFM_ENUS.PDF)

Havuvaneri N.d. Viitattu 5.12.2019

<http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/vanerit/spruce-havuvaneri/Pages/Spruce-havuvaneri.aspx>

Hitachi RX-SD160W N.d. Viitattu 4.12.2019

<http://www.hitachi.com.sg/ice/brochures/pdf/RX2SeriesStandard.pdf>

Tietoa Metsä Group -yhtiöstä Metsä Group Oy:n www-sivuilla N.d. Viitattu 18.9.2019

<https://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>

Tietoa Metsä Woodista Metsä Woodin www-sivuilla N.d. Viitattu 18.9.2019

<https://www.metsawood.com/fi/yritys/Pages/Yritys.aspx#Mets-Wood-lyhyesti>

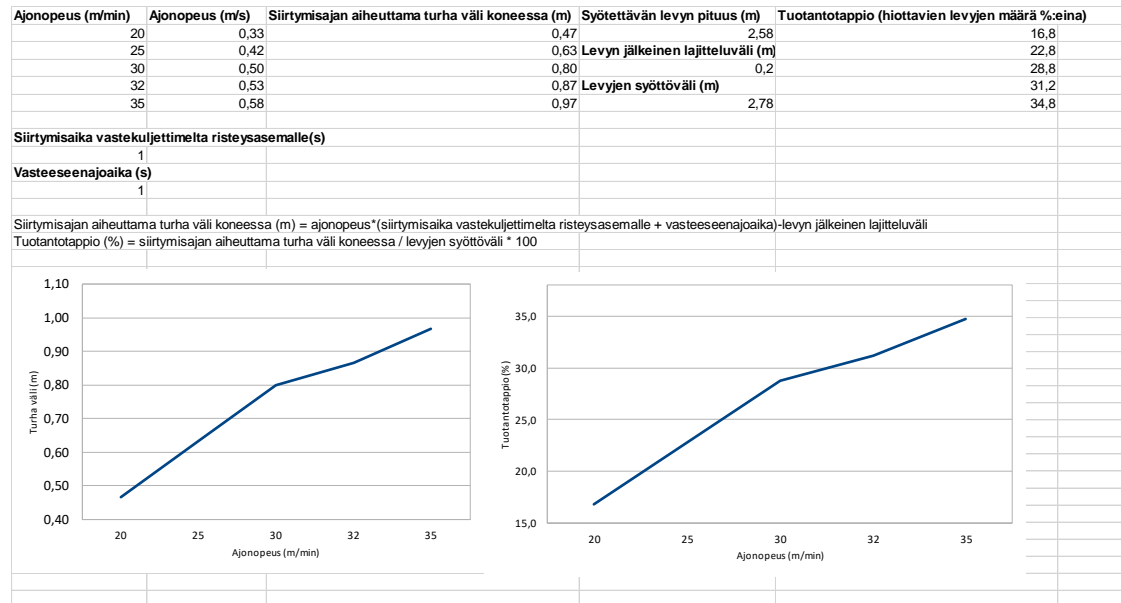
Vanerikäsikirja. 2001. Lahti: ®METSÄTEOLLISUUS.

Vanerit, vanerilevyt N.d. Viitattu 5.12.2019

<http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/vanerit/Pages/Vanerit.aspx>

## Liitteet

### Liite 1



### Liite 2

| Kapasiteettiajoja 18mm vanerilla                 |                      |                               |          |                           |
|--|----------------------|-------------------------------|----------|---------------------------|
|  | Nopeus (m/min)       | Hiottujen levyjen määrä (kpl) | Aika (s) | Hionta-aika/levy (s/levy) |
|  | 30                   | 32                            | 210,6    | 6,58                      |
|  | 30                   | 52                            | 344,3    | 6,62                      |
|  | 38                   | 7                             | 42,4     | 6,06                      |
|  | 38                   | 30                            | 177,4    | 5,91                      |
| Keskiarvohionta-aika per levy nopeudella 30m/min |                      |                               |          |                           |
|  | 6,60                 |                               |          |                           |
| Keskiarvohionta-aika per levy nopeudella 38m/min |                      |                               |          |                           |
|  | 5,99                 |                               |          |                           |
| Syöttölaitteen asetukset                         |                      |                               |          |                           |
|  | Ylhäällä 2/10s       |                               |          |                           |
|  | Alhaalla 6/10s       |                               |          |                           |
|  | Vasteeseen ajo 3/10s |                               |          |                           |